

Etude ERUPTION

Physiologie de la thermorégulation chez le coureur d'ultraendurance

Nicolas Bouscaren, Éric Lacroix, Bruno Lemarchand

Congrès URPSMK-OI

28/09/2022



Etude Éruption - Réunion

Etude des processus de thermorégulation de l'organisme
au cours d'un ultra trail en environnement chaud et humide



Intervenants Etude Éruption



Dr Nicolas BOUSCAREN
Médecin santé publique
Médecin du Sport
Epidémiologiste

Recherche : Physiologie et physiopathologie
des processus de thermorégulation chez
le coureur d'ultraendurance
Epidémiologie Clinique et Biostatistiques



Dr Bruno LEMARCHAND
Médecin Rééducateur
Médecin du Sport

Responsable de l'unité Fonctionnelle
de Médecine du sport - CHU de La Réunion
Responsable de l'Antenne Médicale
de Prévention du Dopage



Eric LACROIX
Professeur agrégé EPS
Préparateur mental certifié
CP/FFP
Entraîneur national Trail

Directeur du SUAPS Service universitaire des
activités physiques et sportives
Consultant Canal Grand Raid depuis 2008, et
Web Tv UTMB depuis 2017

Intervenant

Etude Éruption



Dr Nicolas BOUSCAREN

Médecin santé publique
Médecin épidémiologiste
Médecin du Sport

Centre d'Investigation Clinique
CHU Sud Réunion:

Nicolas Bouscaren est médecin de santé publique, épidémiologiste et médecin du sport. Ses thématiques de recherches s'articulent autour de l'épidémiologie des blessures, des sciences et de la médecine du sport.

Praticien Hospitalier au CHU de La Réunion depuis 2015, Nicolas BOUSCAREN s'est tout naturellement tourné plus spécifiquement vers une discipline reine sur l'île : l'ultra-trail.

En 2021, il s'inscrit en doctorat à l'Université Jean Monnet où il y mène une thèse de science dirigée par le Pr Guillaume Millet et le Pr Sébastien Racinais au Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de La Motricité.

Son sujet d'étude porte sur l'étude des répercussions sur la santé et des contraintes de la pratique de l'ultra-trail. Plus spécifiquement, il cherche à mieux comprendre la physiopathologie de la thermorégulation en lien avec cette discipline.

Chaque année Le Grand Raid de La Réunion et les milliers de traileurs de l'île lui permettent d'épancher sa soif de connaissance et de mener des projets de recherche au plus près des coureurs.

C'est de là qu'est né le projet ERUPTION qu'il développe en collaboration avec le Dr Bruno Lemarchand et Éric Lacroix afin d'accompagner les sportifs, d'explorer et de vulgariser les connaissances sur la pratique du sport en environnement extrême. Il collabore par ailleurs à différentes études en lien avec les sciences du sport au niveau local, national et international.



Intervenant

Etude Eruption



Dr Bruno LEMARCHAND

Médecin Rééducateur
Médecin du Sport

Responsable de l'unité Fonctionnelle
de Médecine du sport
du CHU de La Réunion.

Responsable de l'Antenne Médicale
de Prévention du Dopage

Médecin rééducateur (et du sport) de formation, responsable de l'unité fonctionnelle de médecine du sport du CHU de La Réunion depuis plus de 10 ans, mes activités cliniques, d'enseignement et de recherche se sont progressivement surspécialisées dans le domaine de l'ultra trail (activité en expansion particulièrement à La Réunion).

Pratiquant de nombreux sports, notamment en nature, mon environnement m'a amené à participer à de nombreux trails et courses d'ultra endurance ces dernières années.

J'ai pu ainsi côtoyer ce milieu sous de multiples angles (surveillances médicales, consultations, informations sur les conduites dopantes, recherche, enseignement et pratique personnelle).

Concernant le rôle de soignant, je suis très attaché au mouvement « sport santé »; le développement de la prévention, de l'autonomisation de son état santé et la prise en compte de l'impact de l'environnement m'apparaissent primordiaux pour permettre la meilleure santé des populations.

Enfin, je dois ajouter que devant le constat scientifique des profonds bouleversements civilisationnels attendus en rapport avec les modifications environnementales (dont le réchauffement climatique), je me suis récemment engagé dans la sensibilisation à ce nouveau paradigme.

Tous ces aspects nourrissent Eruption, cofondée avec Nicolas Bouscaren et Eric Lacroix, dont les compétences complémentaires n'ont d'égal que l'estime que je leur porte. ERUPTION vous invite ainsi dans une aventure en quête de partage de valeurs et d'excellence dans le domaine des activités sportives en conditions extrêmes.



Intervenant

Etude Éruption



Eric LACROIX

Professeur agrégé EPS

Entraîneur national Trail

Préparateur mental

Directeur du SUAPS

Professeur agrégé EPS Classe Ex. Préparateur mental certifié CP/FFP (Trans Faire)

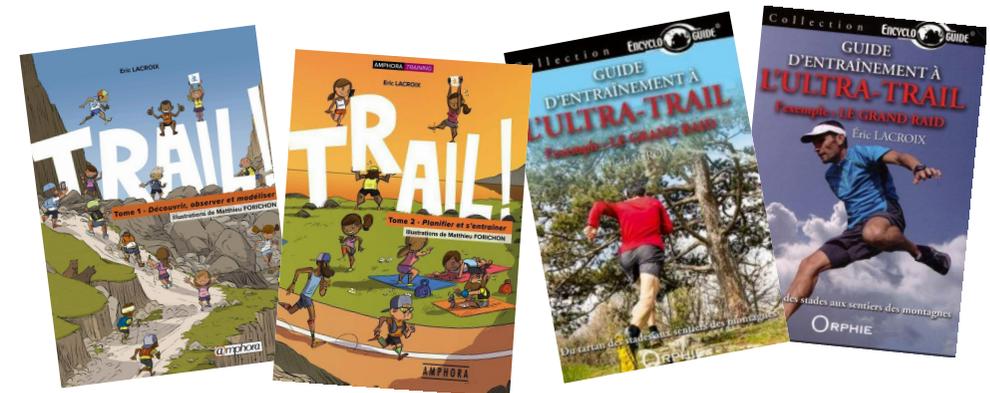
Directeur du SUAPS Service universitaire des activités physiques et sportives. Elu au bureau national du Groupement national des Directeurs de SUAPS (Juin 2021)

Entraîneur national de Trail

Secteurs de recherches sur la performance et l'entraînement liées à la réserve émotionnelle, et le plaisir. Les aspects mentaux des pratiques extrêmes

Créateur du site Running Renaissance. Consultant Canal Grand Raid depuis 2008 et Web Tv UTMB depuis 2017

Auteur d'ouvrages sur le Trail et l'ultra Trail



Coordonnées

<https://www.ericlacroix.com>

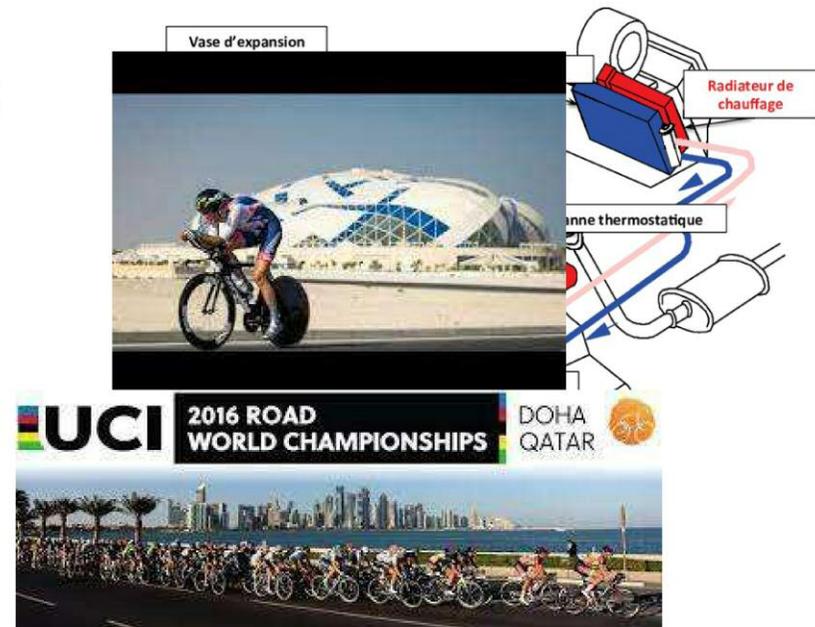
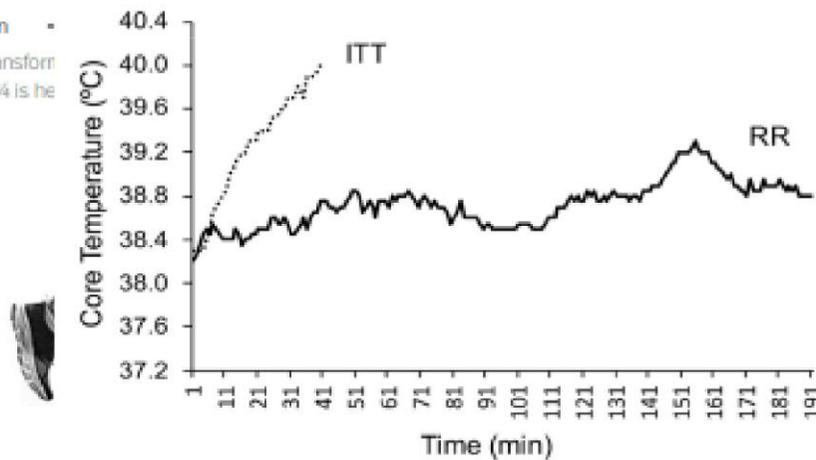
Physiologie de la thermorégulation

The athlete's thermal environment

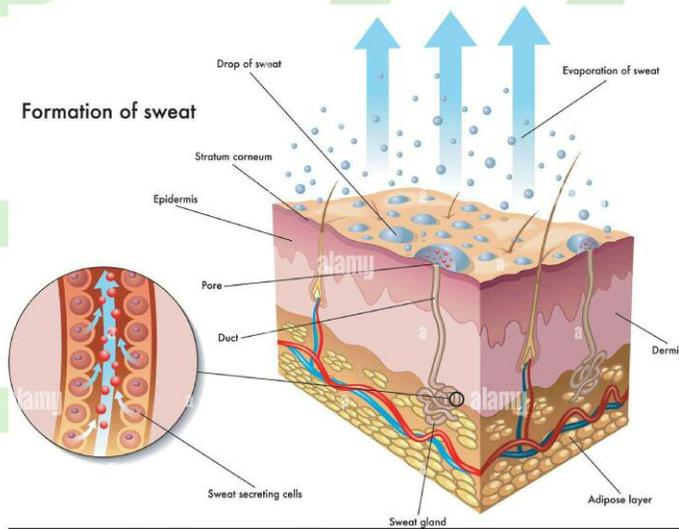
Core temperature up to 41.5°C during the UCI Road Cycling World Championships in the heat

Sebastien Racinais,^{1,2} Sebastien Moussay,³ David Nichols,¹ Gavin Travers,¹ Taoufik Belfekih,¹ Yorck Olaf Schumacher,¹ Julien D Periard^{1,4}

+ Metabolic production
 (¼ of the energy is transform in mechanical work, ¾ is he



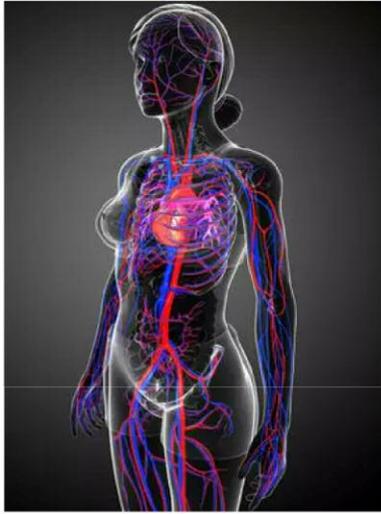
Stress thermique = stress cardiovasculaire



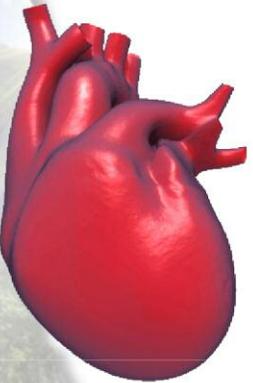
Redistribution sanguine



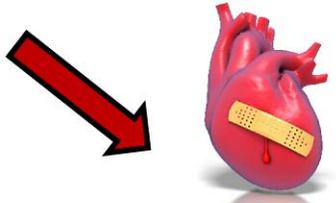
— Au muscle
+ A la peau



Stress cardiovasculaire



Volume d'éjection systolique (ml/battement)



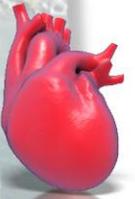
X

Fréquence cardiaque (battement/ min)



=

Débit cardiaque (l/min)



Chaleur et exercice : répercussion sur la santé

- Crampes
- Epuisement à la chaleur :
vertiges, tachycardie, hypotension, nausées, vomissements, fatigue et céphalées
- Coup de chaleur à l'exercice (EHS)
Dysfonction d'organes, Atteinte du SNC (convulsion, coma), Tcore >40 °C
=> Urgence médicale (58-71% de mortalité) !



Heat Stroke

Lisa R. Leon¹ and Abderrezak Bouchama²

ABSTRACT
Heat stroke is a life-threatening condition clinically diagnosed as a severe elevation in body temperature with central nervous system dysfunction that often includes combativeness, delirium, seizures, and coma. Classic heat stroke primarily occurs in immunocompromised individuals during annual heat waves. Exertional heat stroke is observed in young fit individuals performing strenuous physical activity in hot or temperature environments. Long term consequences of heat stroke are thought to be due to a systemic inflammatory response syndrome. This article provides a comprehensive review of recent advances in the identification of risk factors that predispose to heat stroke, the role of endotoxin and cytokines in mediation of multi-organ damage, the incidence of hyperthermia and fever during heat stroke recovery, clinical biomarkers of organ damage severity, and protective cooling strategies. Risk factors include environmental factors, medications, drug use, compromised health status, and genetic conditions. The role of endotoxin and cytokines is discussed in the framework of research conducted over 30 years ago that requires reassessment to more clearly identify the role of these factors in the systemic inflammatory response syndrome. We challenge the notion that hypothalamic damage is responsible for thermoregulatory disturbances during heat stroke recovery and highlight recent advances in our understanding of the regulated nature of these responses. The need for more sensitive clinical biomarkers of organ damage is examined. Conventional and emerging cooling methods are discussed with reference to protection against peripheral organ damage and selective brain cooling. Published 2015. *Compr Physiol* 5:611-647, 2015.



Chaleur et exercice : impact sur la performance



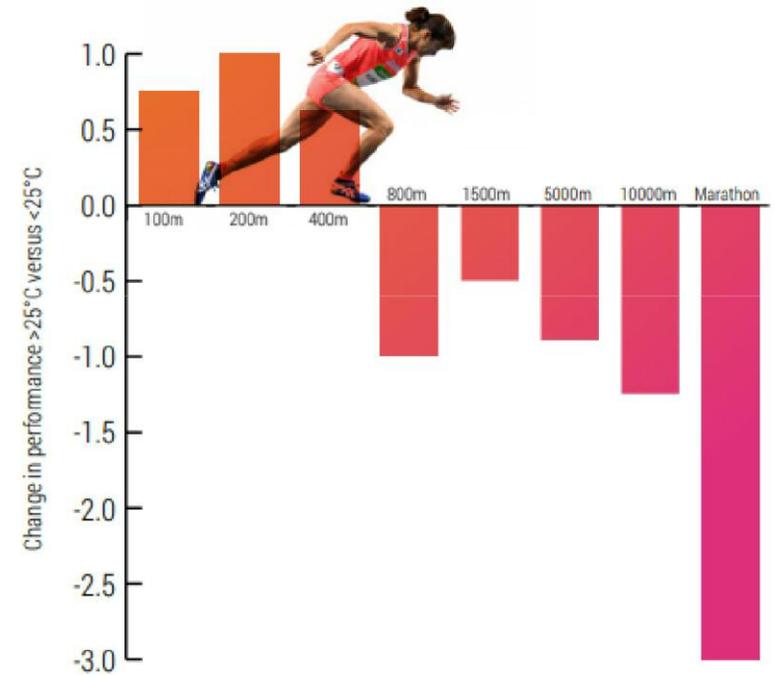
Sports Med
DOI 10.1007/s40279-014-0277-4

LEADING ARTICLE

Adaptation to Hot Environmental Conditions: An Exploration of the Performance Basis, Procedures and Future Directions to Optimise Opportunities for Elite Athletes

Joshua H. Guy · Glen B. Deakin · Andrew M. Edwards · Catherine M. Miller · David B. Pyne

Figure 3: The effect of temperature on running performance



Source: Guy, J. H., Deakin, G. B., Edwards, A. M., Miller, C. M. & Pyne, D. B. Sports Med 45, 303–311 (2015).



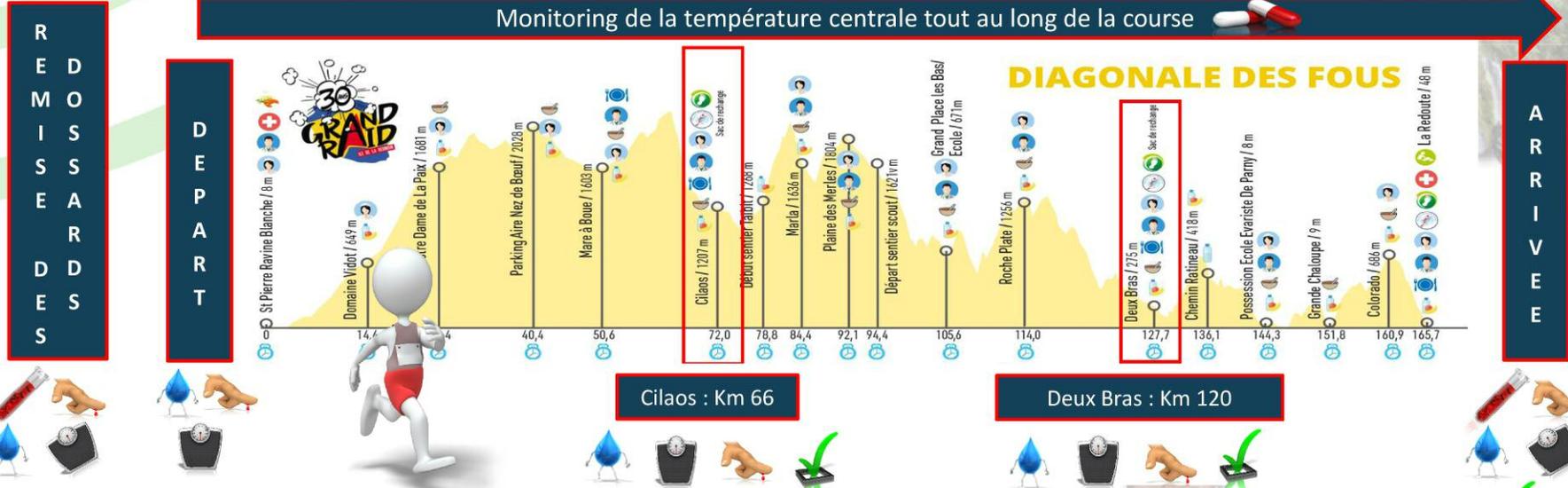
Etude ERUPTION : Grand Raid 2021

Chez 80 coureurs de la Diagonale des Fous

- **Prise de sang** (Osmolarité, électrolytes, atteinte d'organe, inflammation) 
- **Monitoring de la température centrale en continu Pesée** (reflet de l'état d'hydratation) 
- Prélèvement de **2 gouttes de sang au bout du doigt** (glycémie, hydratation, électrolytes, fonction rénale) 
- Prélèvement **d'une goutte de salive** (osmolarité salivaire) 
- **Questionnaire** (symptomatologie) 



Monitoring de la température centrale tout au long de la course 



Cilaos : Km 66

Deux Bras : Km 120

R
E
M
I
S
S
A
R
D
E
S

D
E
P
A
R
T

A
R
R
I
V
E
E



Caractéristiques des coureurs : âge et morphologie

Age	N	Moyenne (SD)	[Min-max]
Total	80	44.6 (10.1)	[22-62]
Femmes (22 M/11L)	33	44.1 (12.1)	[25-62]
Hommes (23 M/24 L)	47	44.8 (8.7)	[22-60]



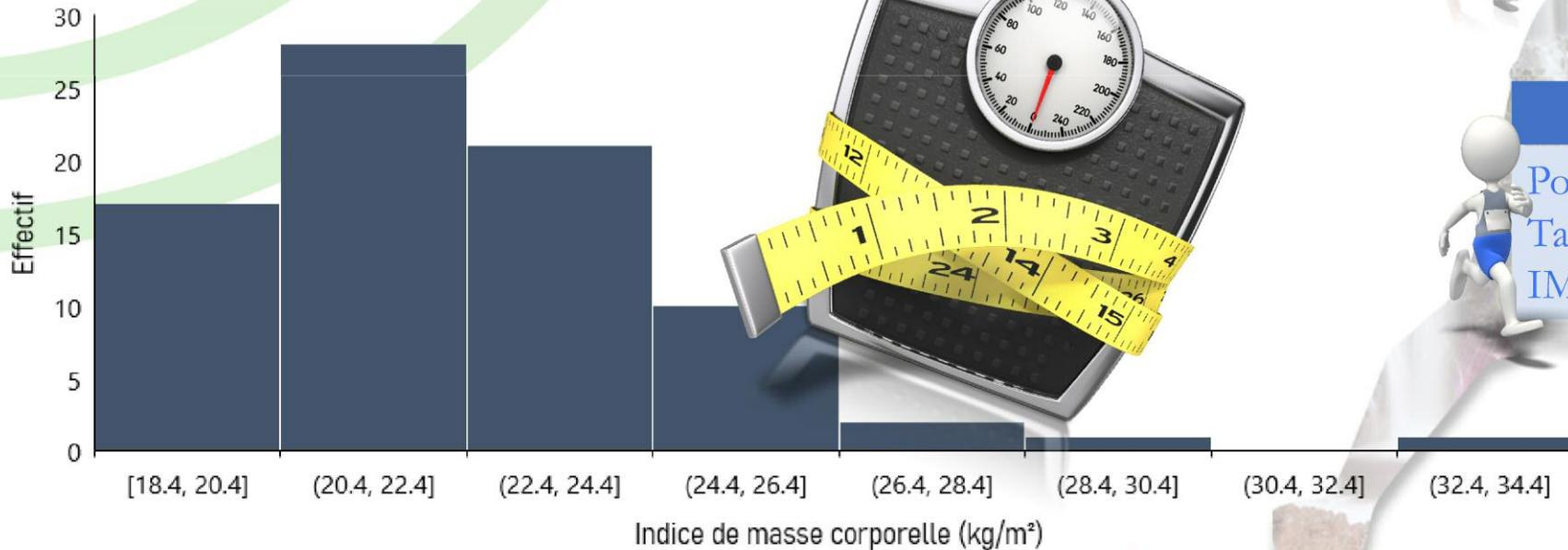
Femmes

Poids : 57 kg
 Taille : 165 cm
 IMC : 20.9 kg/m²

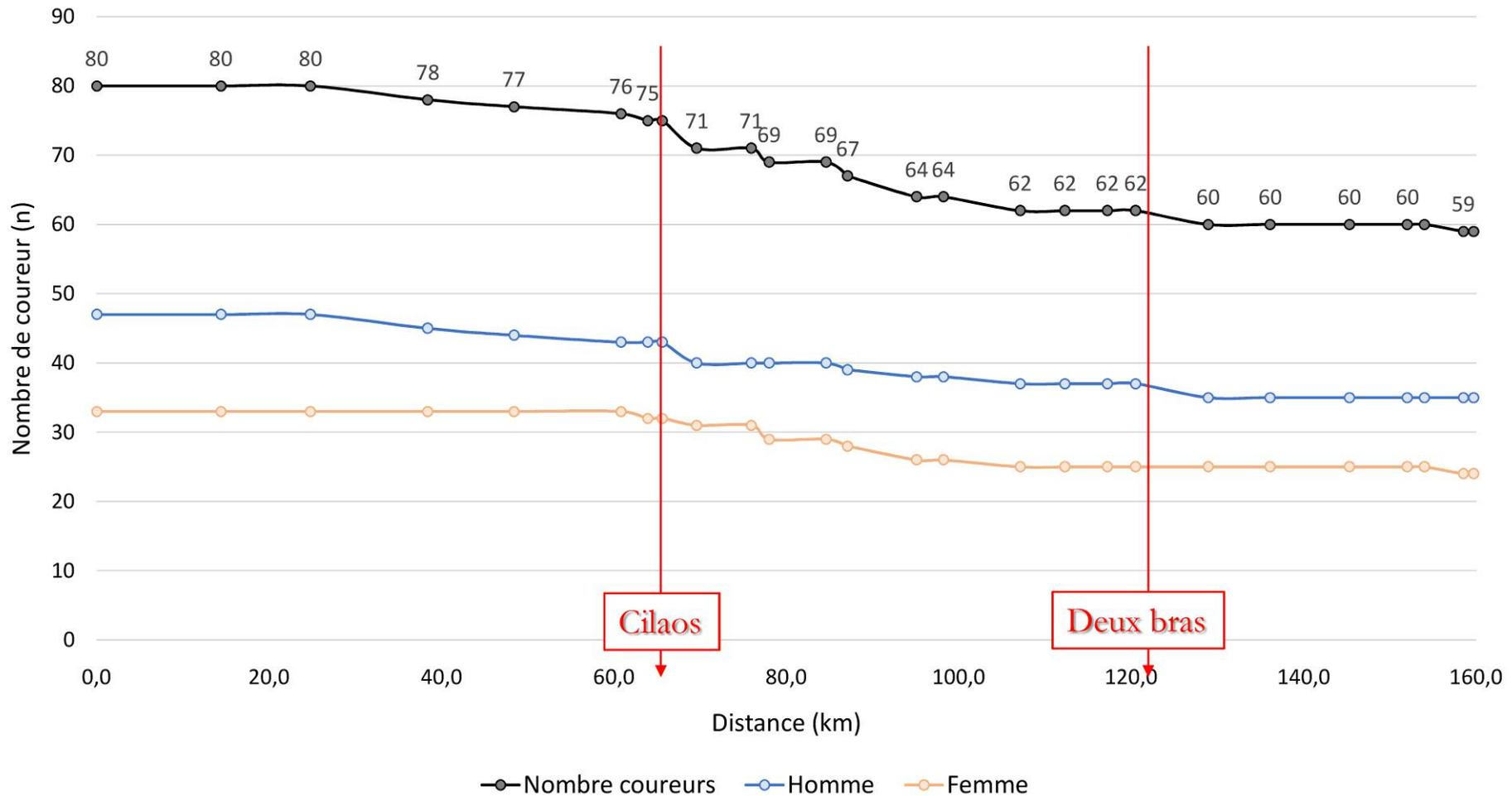


Hommes

Poids : 74 kg
 Taille : 178 cm
 IMC : 23.3 kg/m²



Répartition des abandons



Entrainement et préparation

Années de pratique du trail running

8.3
Eruption
années



Entrainement hebdomadaire (les 6 mois précédant la course)



Volume horaire 8.9 h

Distance 55.5 km

Dénivelé + 1755 m

Nombre de trails courus



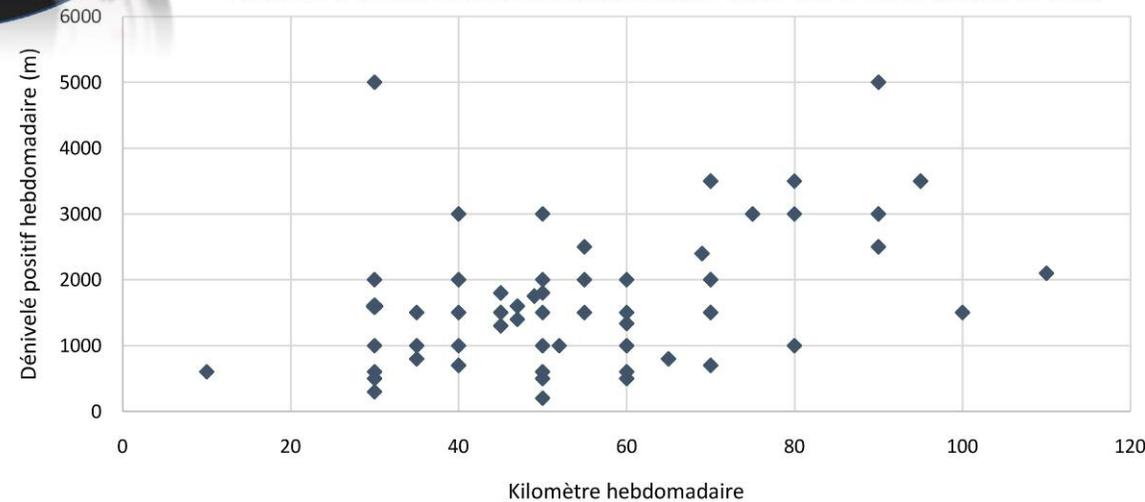
➤ 60 km

8.5

➤ 110 km

3.2
Eruption
ILE DE LA REUNION

Volume d'entraînement hebdomadaire sur les 6 mois avant course



Entraînement et préparation (6 mois avant la DDF)

231.4 heures

1443 kilomètres

45630 mètres de D+

10 jours et nuits d'entraînement (24h)



Distance Paris-Lisbonne



Activité	Volume horaire	D+ (m)
Ski-alpinisme	537 h	339 600
Course à pied	544 h	228 600
Escalade	56 h	2 500
Autres	64 h	19 000
Total	1200 h	590 000
Soit / semaine	23 h 05	11 350
Soit / jour	3 h 20	1 620

pour Eiffel

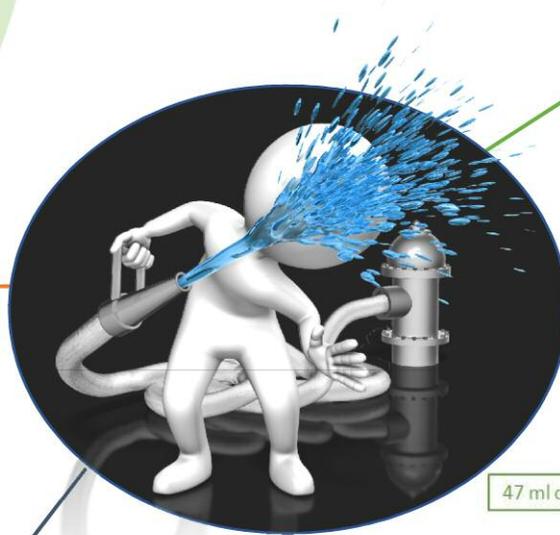


Hydratation

Estimation avant la course

597 [100-1200] mL/h

Eruption
ÎLE DE LA RÉUNION



Enrichissement eau en sel

31.3%
Eruption
ÎLE DE LA RÉUNION



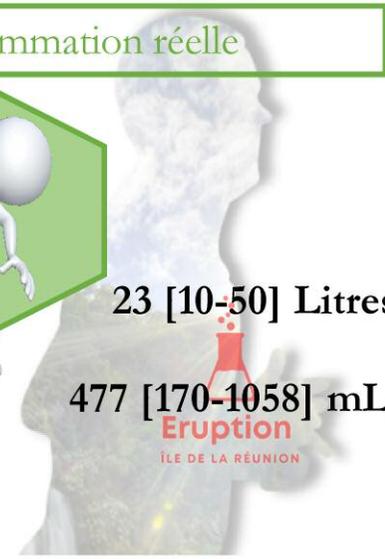
Consommation réelle



23 [10-50] Litres

477 [170-1058] mL/h

Eruption
ÎLE DE LA RÉUNION



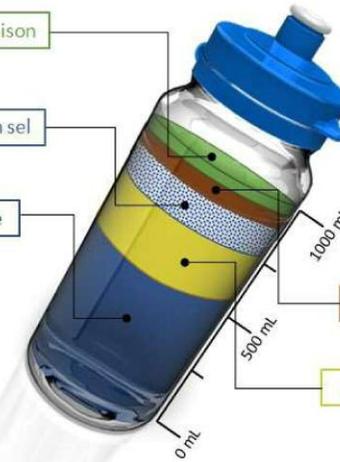
47 ml de boisson maison

95 ml d'eau enrichie en sel

541 ml d'eau pure

68 ml d'autre boisson (cola, soupe...)

249 ml de boisson d'effort

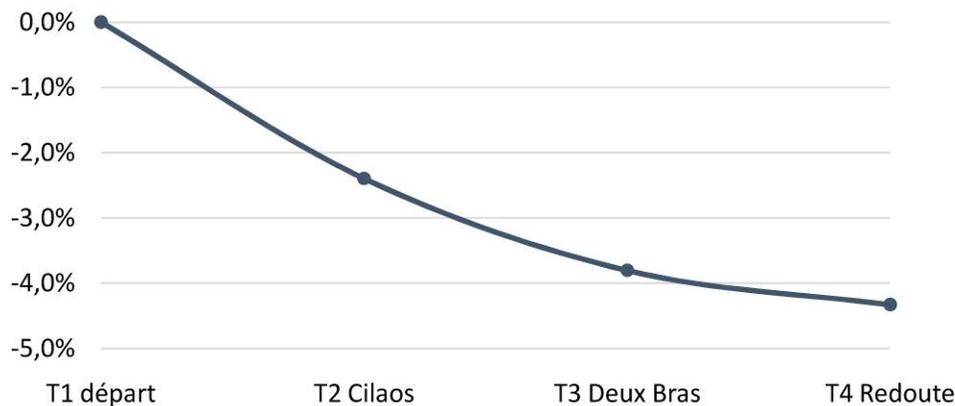


Evaluation déshydratation

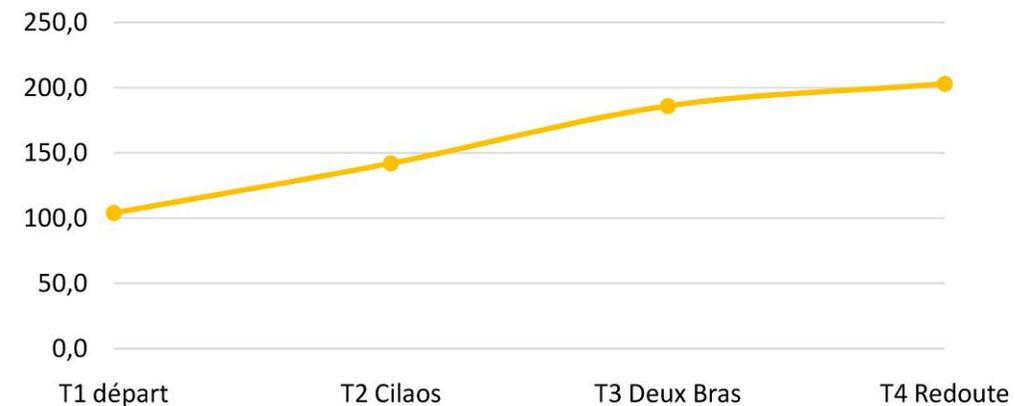
	T1 Départ	T2 Cilaos	T3 Deux Bras	T4 La Redoute
Poids (Kg)				
ERUPTION F	60	58.8	57.9	57.1
ERUPTION H	75	73	72	71.4
Variation absolu du poids (Kg)				
ERUPTION F		-1.2	-2.2	-2.9
ERUPTION H		-2	-2.9	-3.6
Variation relative du poids (%)				
ERUPTION F		-2	-3.6	-4.9
ERUPTION H		-2.6	-3.9	-4.9



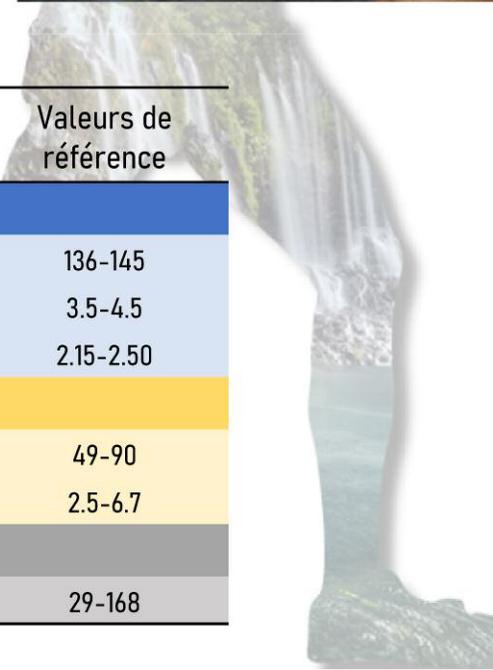
Evolution du poids par rapport au poids du départ (%)



Osmolalité salivaire (mOsm/L)



Paramètres biologiques



	Start	Km 65.6	Km 120.5	Finish Line
Sodium concentration (mmol/l)				
Men	141.1 [138;152]	142.9 [136;151]	141.5 [137;148]	140.6 [130;148]
Women	140.4 [136;143]	141.2 [135;147]	138.9 [132;144]	140 [131;146]
EAH_capillary sample (mmol/l)				
Hypernatremia >145	2 (3.5)	8 (14.0)	3 (5.6)	6 (10.5)
Normonatremia [135-145]	56 (96.6)	49 (86.0)	49 (90.7)	46 (80.7)
Biological hyponatremia [129-135]	0	0	2 (3.7)	5 (8.8)
Clinical hyponatremia <129	0	0	0	0

	Pre course	Post course	Valeurs de référence
Ionogramme sanguin			
Sodium (mmol/L)	141.2	139	136-145
Potassium (mmol/L)	4	3.6	3.5-4.5
Calcium (mmol/L)	2.4	2.3	2.15-2.50
Marqueurs rénaux			
Créatinine (micromol/L)	75.7	96.1	49-90
Urée (mmol/L)	5.5	11.2	2.5-6.7
Marqueurs musculaires			
CPK (UI/L)	124.7	13086	29-168

PRÉFET DE LA RÉGION RÉUNION
Liberté Égalité Fraternité



UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION



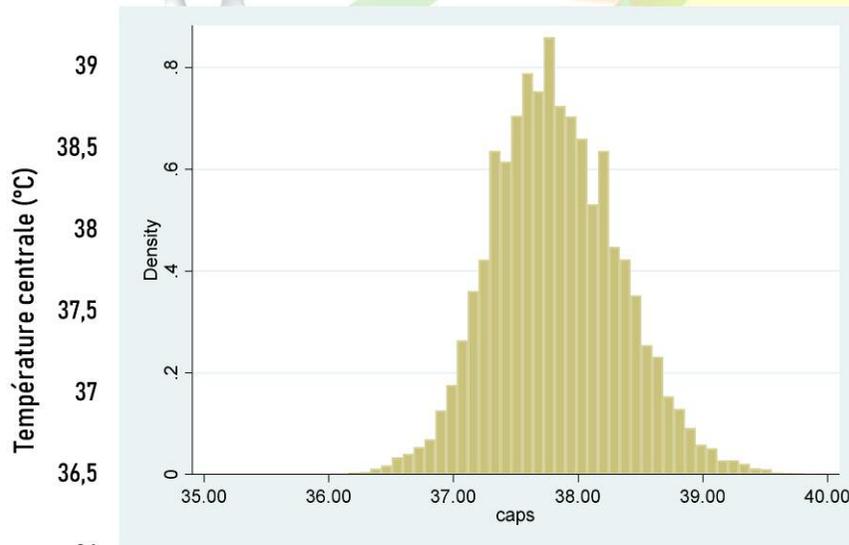
UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION

Eruption ILE DE LA RÉUNION

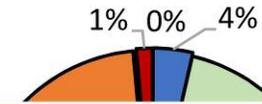


Température centrale

Température moyenne **37.9 [37.3-38.8]**
 Température pic **38.9 [38.09-39.9]**



Pourcentage de temps passé sur la course par degré de température centrale

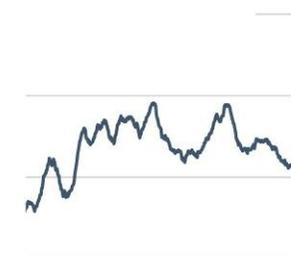
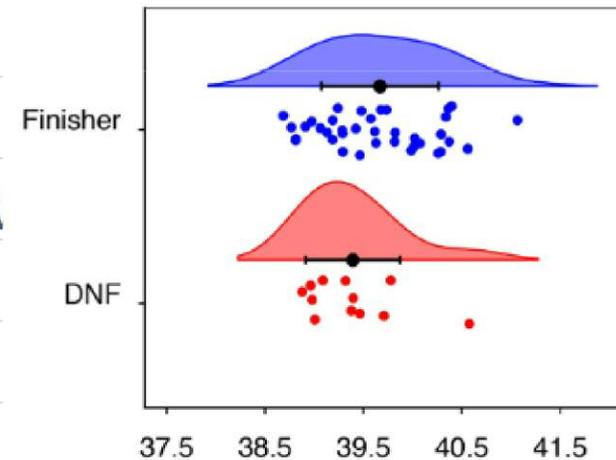


[35-36]

Original research



Association between thermal responses, medical events, performance, heat acclimation and health status in male and female elite athletes during the 2019 Doha World Athletics Championships



0:00:00 1:00:00 2:00:00 3:00:00 4:00:00 5:00:00 6:00:00 7:00:00 8:00:00 9:00:00 10:00:00 11:00:00 12:00:00 13:00:00 14:00:00 15:00:00 16:00:00 17:00:00 18:00:00 19:00:00 20:00:00 21:00:00 22:00:00 23:00:00 24:00:00 25:00:00 26:00:00 27:00:00 28:00:00 29:00:00 30:00:00 31:00:00 32:00:00 33:00:00 34:00:00 35:00:00 36:00:00 37:00:00 38:00:00 39:00:00 40:00:00 41:00:00 42:00:00 43:00:00 44:00:00 45:00:00 46:00:00 47:00:00

Durée de course (heures)

Etude ERUPTION 2023

Etude 1 : Evaluer la récupération et sa cinétique dans les suites de la course

- **Procédure :** Questionnaires en ligne (Index de Hooper, musculo-articulaire, sommeil et fatigue générale, reprise du sport, blessures), tests fonctionnels (400m et 1200m)
- **Temps d'évaluation :**
 - Précourse (J-15)
 - Quotidien de J1 à J7
 - Hebdomadaire de S2 à S13 (troisième mois)
 - Un final à 6 mois

Etude 2 : Etudier les propriétés rhéologiques du sang et la sénescence des globules rouges + paramètres biologiques de récupération

- **Procédure :** Prise de sang veineux au pli du coude
- **Temps d'évaluation :**
 - Pré et post-course immédiat
 - J2, J5, J9 et J16 pour les paramètres biologiques de récupération



Etude scientifique sur
la récupération en
ultra-trail
Appel à Volontaire !



Vous êtes inscrit à une des courses individuelles du Grand Raid 2022 : Diagonale des Fous, Trail de Bourbon ou Mascareignes ? Participez à l'étude ERUPTION-3

Quel est l'objectif de cette étude ?

Etudier la **récupération** des coureurs d'ultra-trail dans les suites de leur course : douleurs, fatigue, récupération musculo-articulaire, blessures, sommeil.



Qu'aurez-vous à faire ?

Remplir des questionnaires (avant votre course, en post-course immédiat et dans les semaines qui suivent) + réaliser des tests de terrain à faire chez vous afin d'évaluer votre récupération et sa cinétique.

Tout se fait **directement en ligne!**

Si vous êtes intéressés, merci de remplir le formulaire suivant :

<https://forms.gle/LBM2qFF66peLPJGFA>

Pour toute question, contacter l'équipe scientifique du projet :

eruption.grandraid@gmail.com

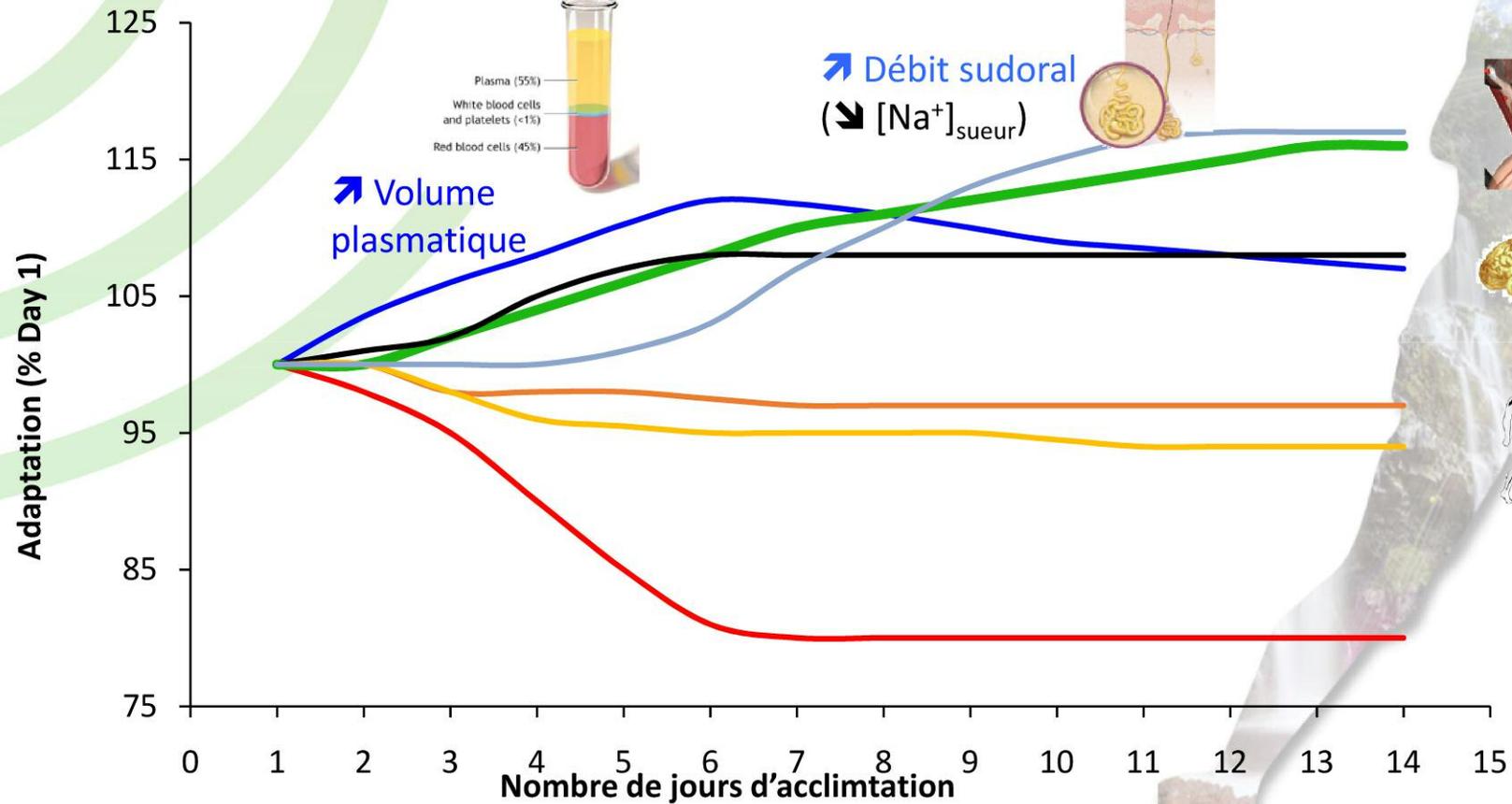


Acclimatation à la chaleur

Comment > Eur J Appl Physiol. 2021 Apr;121(4):1233-1235. doi: 10.1007/s00421-021-04614-7. Epub 2021 Jan 30.

Heat adaptation in humans with controlled heart rate heat acclimation

Julien D Périard¹, Sebastien Racinais², Michael N Sawka³



Et s'il ne fait pas chaud ?

J Appl Physiol (1985). 2010 Oct; 109(4): 1140–1147.
 Published online 2010 Aug 19. doi: [10.1152/jappphysiol.00495.2010](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2010)

PMCID: PMC2963322
 PMID: [20724560](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20724560/)



Heat acclimation improves exercise performance

Santiago Lorenzo,¹ John R. Halliwill,¹ Michael N. Sawka,² and Christopher T. Minson^{✉1}

▶ Author information ▶ Article notes ▶ Copyright and License information ▶ Disclaimer

